

## **SISTEMA CICLÔNICO, PROCESSO E DISPOSITIVO PARA SEPARAR PARTÍCULAS SÓLIDAS E GASOSAS EM PROCESSOS DE FCC COM REDUÇÃO DA FORMAÇÃO DE COQUE EM VASOS SEPARADORES**

### **CAMPO DA INVENÇÃO**

5 A invenção se refere a um sistema ciclônico aperfeiçoado para separar partículas sólidas e gasosas em processos de craqueamento catalítico fluido (FCC) com redução da formação de coque no vaso separador sem favorecer o arraste do catalisador separado. Mais especificamente o presente pedido de

10 entre partículas sólidas (catalisador) e gases efluentes do reator ascendente ("riser") em processos de craqueamento catalítico fluido (FCC), onde o processo de remoção dos hidrocarbonetos remanescentes no vaso separador é otimizado, sem perda da eficiência de separação, minimizando assim a deposição de coque ao longo do mesmo.

15 O sistema da presente invenção compreende ciclones isentos de perna dotados de tubos coletores externos para otimizar a purga dos gases provenientes do vaso separador e evitar o arraste do catalisador separado para ciclones de estágios subsequentes. Assim, o tempo de permanência dos hidrocarbonetos dentro do vaso separador diminui, minimizando a possibilidade

20 de início dos processos que conduziriam à formação de coque.

A invenção se refere também a um processo e um dispositivo para separar partículas sólidas e gasosas em processos de craqueamento catalítico fluido (FCC) com redução da formação de coque e do arraste de catalisador, dito processo sendo associado ao sistema da presente invenção.

### **25 FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO**

Os processos de craqueamento catalítico fluido (FCC), inicialmente utilizavam catalisadores de alta alumina. Nestes processos, a carga de hidrocarbonetos era misturada ao catalisador fluidizado e direcionada a um reator tubular ascendente ("riser"). O "riser" descarregava no reator os produtos

30 da reação misturados ao catalisador em um leito fluidizado para conclusão das reações.

Os processos de FCC passaram a utilizar catalisadores zeolíticos, mais ativos que as aluminas, conseqüentemente eliminando a necessidade de um leito catalítico.

Os sistemas que sucederam compreendiam um alongamento do "riser" de modo a garantir uma separação balística ou inercial do catalisador ("all riser cracking").

A técnica foi aprimorada com a introdução de dispositivos de dispersão de carga e o emprego de pré-aceleração do catalisador para melhorar o contato catalisador-carga.

Estes aperfeiçoamentos tornaram o craqueamento no "riser" mais seletivo e severo, criando a necessidade de dispositivos mais eficientes de separação entre os produtos e o catalisador gasto.

Uma solução encontrada na técnica para esta separação é a instalação de ciclones acoplados diretamente na saída do "riser".

Com o objetivo de diminuir o sobrecraqueamento térmico ocasionado pelo trânsito de hidrocarbonetos dentro do vaso separador e longo tempo de contato entre partículas sólidas e gasosas, surgiram sistemas de ciclones fechados. Estes sistemas possibilitam a passagem dos produtos da reação diretamente do reator ascendente ("riser") para a linha de transferência através de ciclones com reduzido tempo de residência, da ordem de um segundo ou menos.

A técnica dispõe de várias publicações utilizando o conceito de ciclones fechados.

Algumas publicações descrevem sistemas separadores ciclônicos fechados que compreendem ciclones dotados de perna de selagem para confinar os sólidos coletados.

Outras publicações tratam de sistemas separadores fechados cujo ciclone conectado diretamente ao "riser" é isento de perna de selagem, dito ciclone sendo aberto em seu bocal inferior diretamente para o vaso separador, não confinando os sólidos separados.

Os sólidos separados pelo ciclone isento de perna são descarregados através do bocal inferior aproveitando o grande volume do vaso separador para amenizar as variações de pressão do "riser".

A patente brasileira PI 9303773 da Requerente, ilustrada na FIGURA 1 anexa, descreve um sistema separador ciclônico fechado, não confinado, que compreende um vaso (19) separador dotado de um ciclone (12) isento de perna de selagem diretamente conectado ao "riser" (11), dito ciclone (12) é aberto em sua extremidade inferior diretamente para um vaso (19) separador de grande volume.

Opcionalmente, o ciclone (12) pode comportar em seu bocal inferior um ou mais distribuidores (12a) de sólidos para melhor conduzir o fluxo descendente das partículas de catalisador separadas.

O ciclone (12) isento de perna é interligado a um ciclone primário (17a) através de tubos concêntricos (16a, 16b). A conexão entre o ciclone primário (17a) e o ciclone secundário (17b) é feita através da tubulação (18a).

Os gases separados deixam o vaso (19) separador através do duto de saída (18b). O espaço anular (15) entre os tubos (16a, 16b) conecta o interior da tubulação ao vaso (19) separador. Através desta abertura são drenados gases provenientes do vaso (19) separador. Os dispositivos (10) injetores de fluido de purga auxiliam na drenagem dos gases estagnados no vaso (19) separador.

A publicação brasileira PI 9901484 da Requerente, ilustrada pelas FIGURAS 3a e 3b anexas, descreve um dispositivo para controlar a vazão de fluidos através do espaço anular de juntas telescópicas e uso do mesmo. Assim, o dispositivo compreende um anel deslizando (35a) acoplado aos dutos de ligação (34,36), de modo a garantir uma seção anular com o espaçamento constante na região de conexão dos dutos (34,36) de ligação, sem prejuízo estrutural na acomodação dos deslocamentos diferenciais de temperatura.

A utilização do anel deslizando (35a) acoplado à junta telescópica (35) assegura uma área constante de passagem de fluidos e uma perda de carga controlada para acomodar uma vazão de fluidos conhecida.

A publicação brasileira PI 0002087 da Requerente, ilustrada na FIGURA 2 anexa descreve um sistema separador ciclônico fechado, não confinado, aprimorado com distribuidores (26a, 26b) de vazão para equalizar os gases provenientes de dois ou mais ciclones do mesmo estágio ou entre estágios distintos.

A FIGURA 2 ilustra uma vista em corte da secção reta do vaso (29) separador de uma unidade de FCC onde dois ciclones (22) do primeiro estágio estão ligados a um distribuidor (26a) de vazão.

Os ciclones (22) do primeiro estágio são interligados aos ciclones do segundo estágio (27) através de dutos (26b) de interligação. No duto (26b) de interligação há uma estreita passagem (25) para possibilitar a saída do vapor d'água injetado no reator e no retificador, além de permitir a retirada de algum hidrocarboneto proveniente da retificação.

O vapor d'água é injetado no retificador e no reator em vazões pré-determinadas e programadas em função das condições de operação da unidade.

Este procedimento assegura um adequado balanço de pressão em torno do ciclone isento de perna, permitindo a operação entre as seguintes alternativas: purga ou sangria.

A purga é feita em regime de fluxo, com leve passagem de vapor do vaso (29) separador para o interior do ciclone (22) isento de perna através do bocal inferior de descarga de sólidos.

Já a sangria ocorre em regime de fluxo com leve passagem do gás do ciclone (22) isento de perna para o vaso (29) separador.

No sistema descrito na publicação brasileira PI 0002087 a eficiência global de coleta de sólidos é substancialmente elevada.

O uso da tecnologia para a separação sólido-gasosa através de sistemas de ciclones fechados isentos de perna (não confinados) em processos de FCC descrita pelas publicações brasileiras PI 0002087 e PI 9303773, ambas da Requerente, e aqui incorporadas como referência, reduz o craqueamento térmico ocasionado pelo trânsito de hidrocarbonetos dentro do vaso separador, com elevada eficiência global de coleta de sólidos.

Porém, nesses sistemas descritos no estado da técnica, mesmo sob regime de purga, a captura da maioria do vapor d'água injetado no reator e no retificador juntamente com os hidrocarbonetos provenientes da retificação é realizada através de bocais localizados no duto de interligação entre o ciclone isento de perna e o ciclone superior ou através de uma junta telescópica, sendo

a menor parte capturada em contracorrente através da extremidade inferior do ciclone isento de perna.

Adicionalmente, devido ao confinamento da maior parte dos hidrocarbonetos no interior dos ciclones, a região do vaso separador acima da extremidade inferior dos ciclones isentos de pernas apresenta uma menor temperatura, uma vez que as correntes que contêm a maior quantidade de energia (catalisador e hidrocarbonetos) praticamente não transitam nesta seção do vaso separador. Desta forma, a região compreendida entre a extremidade inferior dos ciclones isentos de pernas e a porção superior do vaso separador apresenta um gradiente negativo de temperatura, sendo que ao final de uma campanha operacional, o topo do vaso separador pode registrar uma diferença de temperatura em relação à porção inferior do vaso separador de até 100 °C.

Sendo assim, a pequena vazão remanescente de hidrocarbonetos circula através de uma porção do vaso separador com menor temperatura antes de atingir a junta telescópica ou os bocais localizados no duto de interligação entre os ciclones. O trânsito desses hidrocarbonetos nesta seção de menor temperatura do vaso separador, associada ao alto tempo de residência dos mesmos no interior do vaso, favorece os mecanismos de condensação e craqueamento térmico, os quais são responsáveis por formação de depósitos de coque no interior do vaso separador ao longo do tempo. Este fato põe em risco a continuidade operacional do conversor, uma vez que o desprendimento de pedras de coque pode resultar em problemas de circulação de catalisador por obstrução do retificador e/ou "standpipes".

Uma tentativa para solucionar este problema, encontrada no estado da técnica, é ilustrada na FIGURA 3C anexa, é descrita pelo pedido de patente PI 0203419-0 da Requerente, o qual utiliza um ciclone (32) isento de perna dotado de uma tubulação (33) interna, dita tubulação (33) sendo aberta em suas extremidades. O pedido de patente PI 0203419-0 utiliza uma junta telescópica no "riser" interno ao vaso separador, necessária para acomodar as dilatações térmicas, não representada na Figura 3C. Vale mencionar que esta solução conjunta não se aplica aos conversores de FCC onde o "riser" é externo ao vaso separador.

Apesar desta alternativa diminuir o problema do coqueamento por capturar os hidrocarbonetos em uma posição abaixo da posição de coleta de gases descrita no estado da técnica, a mesma não o resolve de maneira eficiente, já que gera um outro problema associado: o arraste de catalisador.

- 5 A tubulação (33) interna ao ciclone (32) isento de perna coleta os gases provenientes do vaso separador arrastando parte do catalisador emergente do ciclone (32) isento de perna para o interior da tubulação (33) interna, dito catalisador sendo carregado para os ciclones dos estágios seguintes. Esse arraste de catalisador reduz a eficiência global de separação, aumentando a
- 10 concentração de sólidos no efluente do vaso separador, além de aumentar o processo erosivo nos ciclones dos estágios seguintes, o que pode resultar em uma redução significativa do tempo de campanha da unidade.

Este arraste dificulta a etapa de separação entre o catalisador gasto e os hidrocarbonetos, já que carrega para o próximo estágio o catalisador que já

15 havia sido separado pelo ciclone (32) isento de perna.

A fração de catalisador arrastada para o interior da tubulação (33) interna ao ciclone isento de perna, favorece também a erosão interna da própria tubulação (33).

- Outro problema gerado por existir uma tubulação interna ao ciclone é
- 20 que qualquer perfuração na dita tubulação, possível de ocorrer ao longo do tempo de campanha pelo desenvolvimento de um processo erosivo, ocasionará uma perda de eficiência do ciclone (32) isento de perna, em virtude do desvio direto dos sólidos presentes no interior do mesmo para os ciclones dos estágios seguintes.

- 25 Assim, os sistemas descritos no estado da técnica não solucionam eficientemente o problema da deposição de coque no vaso separador.

- A deposição de coque no vaso separador reduz a confiabilidade operacional da unidade, em virtude do risco constante de problemas associados à dificuldade de circulação de catalisador causada pelo
- 30 desprendimento de pedras de coque. Além disso, os custos de manutenção (programadas ou não) são aumentados, uma vez que o processo de retirada de coque é uma operação que demanda tempo, devido ao coque se encontrar

fortemente aderido às paredes do vaso separador e aos seus componentes internos.

Assim, a técnica ainda necessita de um sistema ciclônico e um processo para separar partículas sólidas e gasosas em processos de FCC que reduza a formação de coque, sem reduzir a eficiência de separação nem colocar em risco a integridade dos ciclones, ditos sistema e processo sendo descritos e reivindicados no presente pedido de patente.

## SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção, ilustrada pela FIGURA 4, trata de um sistema ciclônico fechado, não confinado para separar partículas sólidas e gasosas em processos de FCC com reduzida formação de coque no vaso separador, onde a eficiência de separação e a integridade dos ciclones são mantidas.

O sistema da presente invenção compreende a inserção de pelo menos um tubo (43) coletor externo conectado no duto de saída do ciclone (42) isento de perna, dito tubo (43) coletor externo se estendendo paralelamente ao ciclone isento de perna até uma região próxima, preferencialmente abaixo do bocal inferior do dito ciclone (42). O ciclone (42) isento de perna é conectado ao ciclone (47) do primeiro estágio através de tubos (46a, 46b) concêntricos.

Entre os tubos (46a, 46b) concêntricos pode ser instalada uma junta (45) telescópica, do tipo discutido na publicação PI 9901484 da Requerente, ou outra junta comercialmente disponível com seção anular mínima ou nula (junta vedada), com o objetivo de minimizar o fluxo de gases através da mesma, sem prejuízo estrutural na acomodação dos deslocamentos diferenciais de temperatura.

O vapor d'água injetado no domo do vaso (49) separador através do injetor (40) assegura a purga da seção superior, eliminando a possibilidade da presença de hidrocarbonetos nesta região. Da vazão total de vapor injetada, apenas cerca de zero a 20 % deixa o vaso através da folga anular mínima da junta (45) telescópica. Os 80% a 100% restantes seguem em direção a extremidade do tubo (43) coletor externo, onde saem junto com o vapor d'água e os hidrocarbonetos provenientes do retificador. Desta forma, uma purga

eficiente é realizada na seção localizada entre o topo do vaso (49) separador e a extremidade do tubo (43) coletor.

Sendo assim o pelo menos um tubo (43) coletor externo captura os hidrocarbonetos provenientes do retificador e a maior parte do vapor d'água injetado no vaso separador e no retificador em uma região mais próxima do descarte de catalisador e de hidrocarbonetos do ciclone (42) isento de perna, evitando a circulação dos hidrocarbonetos na seção de menor temperatura do vaso (49) separador, e ao mesmo tempo reduzindo o tempo de residência dos mesmos no interior do vaso. Como consequência a formação de coque no interior do vaso (49) separador ao longo do tempo é eliminada. O pelo menos um tubo (43) coletor externo pode ser fixado a uma pequena distância horizontal do bocal inferior do ciclone sem perna (42), garantindo que não haja arraste de catalisador para o interior dos tubos (43) coletores. Além disso, diversos tipos de geometria podem ser utilizados nas extremidades dos tubos (43) coletores com este mesmo fim.

A função principal da junta (45) telescópica passa a ser a de apenas acomodar a dilatação ocasionada pelos diferenciais de temperatura do sistema, perdendo a função de recolher os gases provenientes do vaso separador, assim como era descrito no estado da técnica, já que estes são preferencialmente capturados por o pelo menos um tubo (43) coletor externo.

Sob outro aspecto, a presente invenção descreve um processo para separar partículas sólidas e gasosas em processos de craqueamento catalítico fluido de hidrocarbonetos (FCC), com redução da formação de coque em vasos separadores que utilizam o sistema da presente invenção. Os processos de separação de partículas sólidas em processos de FCC, utilizando ciclones fechados, disponíveis no estado da técnica compreendem as seguintes etapas: a) alimentar uma suspensão compreendendo os produtos da reação de craqueamento misturados ao catalisador a um sistema separador ciclônico fechado para promover a separação entre as fases gasosa e particulada, escoando a corrente gasosa para o sistema de fracionamento, através do duto de saída (48); b) coletar a fase particulada na parte inferior do vaso (49) separador de onde escoar para a zona de retificação e regeneração; c) promover a purga das partes estagnadas do vaso (49) separador pela injeção



de fluido de purga pelos dispositivos (40) injetores; d) drenar os hidrocarbonetos recuperados no retificador e o vapor injetado no vaso separador e no retificador através do espaço anular existente na junta (45) telescópica ou por tubos internos ao ciclone isento de perna.

5 O processo da presente invenção modifica etapas do processo de FCC.

Assim, na etapa d), a drenagem dos gases oriundos do vaso (49) separador é realizada através de pelo menos um tubo (43) coletor externo ao ciclone (42) isento de perna, evitando o trânsito de hidrocarbonetos na porção superior, de menor temperatura, do vaso separador.

10 Já na etapa b), o catalisador separado pelo bocal inferior do ciclone (42) isento de perna apresenta arraste mínimo pelos gases drenados através dos tubos (43) coletores externos.

Sob outro aspecto ainda, a presente invenção descreve um dispositivo para separar partículas sólidas e gasosas em processos de craqueamento catalítico fluido (FCC), com redução da formação de coque em vasos  
15 separadores que utilizam o sistema da presente invenção, que compreende pelo menos um tubo (43) coletor externo, onde a extremidade superior do tubo (43) é aberta para o tubo (46a) em uma posição acima do ciclone (42); o tubo (43) é direcionado verticalmente para baixo com a extremidade inferior do tubo  
20 (43) sendo aberta para o vaso (49) separador.

A presente invenção provê um sistema para redução da formação de coque em vasos separadores que utilizam o sistema da presente invenção sem favorecer o arraste do catalisador separado.

Assim, a presente invenção provê um dispositivo dotado de pelo menos  
25 um coletor externo para otimizar a captação dos gases provenientes do vaso separador e evitar a formação de coque no interior do mesmo.

A presente invenção provê um processo que minimiza o percurso dos hidrocarbonetos provenientes do retificador dentro do vaso (49) separador até serem capturados pelos tubos (43) coletores e levados até a região superior ao  
30 ciclone (42) isento de perna, ao mesmo tempo em que assegura que os mesmos não tenham acesso à região de menor temperatura do vaso (49) separador, compreendida entre a extremidade inferior do ciclone (42) isento de perna e o topo do vaso (49) separador.

## BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A FIGURA 1 anexa ilustra o sistema descrito pela patente brasileira PI 9303773 da Requerente, correspondente ao estado da técnica, a qual apresenta um dispositivo separador ciclônico não confinado, composto por um  
5 ciclone (12) isento de perna de selagem conectado através de tubos concêntricos (16a, 16b) a um ciclone primário (17a), dito ciclone (17a) sendo conectado ao ciclone secundário (17b) através da tubulação (18a).

Os gases separados deixam o vaso (19) separador através do duto de saída (18b).

10 O ciclone (12) isento de perna é aberto em sua extremidade inferior diretamente para um vaso (19) separador de grande volume. Opcionalmente, o ciclone (12) pode comportar em seu bocal inferior distribuidores (12a) de sólidos para conduzir o fluxo descendente das partículas de catalisador separadas.

15 O espaço anular entre os tubos (16a, 16b) conecta o interior da tubulação ao vaso (19) separador. Através desta abertura são drenados gases provenientes do vaso (19) separador.

A purga das partes estagnadas do vaso (19) separador é realizada com o auxílio de dispositivos (10) injetores de fluido de purga.

20 A FIGURA 2 anexa ilustra uma vista em corte da secção de separação de uma unidade de FCC correspondente à publicação do estado da técnica PI 0002087 da Requerente, onde o "riser" (21) é diretamente ligado a dois ciclones (22) do primeiro estágio, ditos ciclones (22) sendo conectados entre si por um único distribuidor (26a) de vazão dotada de uma junta (25) telescópica  
25 em sua extremidade superior conectando o tubo (26b). O vaso (29) separador é dotado de dispositivos (20) injetores de fluido de purga.

A FIGURA 3A anexa ilustra a secção reta da junta telescópica descrita na publicação brasileira PI 9901484 da requerente, correspondente ao estado da técnica. Esta figura mostra os tubos concêntricos (34, 36), dotados de uma  
30 junta (35) telescópica que compreende um anel deslizante (35a).

A FIGURA 3B anexa mostra o detalhe do anel deslizante correspondente à publicação brasileira PI 9901484.

A FIGURA 3C anexa ilustra o detalhe da invenção descrita no pedido de patente PI 0203419-0 da requerente, utilizando um ciclone (32) isento de perna dotado de uma tubulação (33) interna, dita tubulação (33) sendo aberta em ambas as suas extremidades. A ilustração demonstra também o fluxo dos gases provenientes do vaso separador atravessando a cortina de catalisador gasto, despejado pelo bocal inferior do ciclone (32) isento de perna antes de atingirem a tubulação (33) situada no interior do dito ciclone (32) isento de perna, resultando em um arraste de catalisador para o interior da tubulação (33).

10 A FIGURA 4 anexa mostra um exemplo ilustrativo, não restritivo, de uma modalidade do sistema da presente invenção mostrando o vaso (49) separador em corte vertical, vista frontal, compreendendo o "riser" (41), interligado diretamente a um ciclone (42) isento de perna, conectado ao ciclone (47) por tubos concêntricos (46a, 46b), dotados de uma junta (45) telescópica e de  
15 tubos (43) coletores externos. Os gases efluentes do ciclone (47) saem pelo duto (48). A injeção de fluido de purga é realizada pelos dispositivos injetores (40). O ciclone (42) isento de perna é aberto em sua extremidade inferior para o vaso (49) separador, sendo alternativamente dotado de distribuidores (42a) de sólidos. Opcionalmente, o "riser" (41) pode ser conectado diretamente a um  
20 ou mais ciclones (42) isentos de perna através uma ou mais bifurcações no tubo (41a). O distribuidor (41b) admite ser conectado a um ou mais ciclones (42) isentos de perna. A vantagem desta segunda configuração é a redução do número de juntas telescópicas ou conexões entre os tubos requeridas.

A FIGURA 5 anexa exemplifica um detalhe ilustrativo, não restritivo, do  
25 sistema da presente invenção mostrando o ciclone (52) isento de perna conectado a dois tubos (53) coletores externos através de tubos concêntricos (54,56). Nesta modalidade o sistema da presente invenção é dotado de junta (55) telescópica com anel deslizante (55a).

A FIGURA 6 anexa ilustra a vista superior em corte horizontal  
30 exemplificando o vaso (69) separador de uma modalidade do sistema da presente invenção, onde o "riser" (61) é diretamente conectado a dois ciclones (62) isentos de perna, cada ciclone sendo conectado a dois tubos (63) coletores externos. Neste exemplo ilustrativo, não restritivo, cada ciclone (62)

isento de perna é conectado um ciclone (67) do primeiro estágio através de tubos concêntricos. O exemplo ilustrado na figura é isento de distribuidores de vazão.

### DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

5           A presente invenção será a seguir descrita com relação às Figuras anexas que não devem ser consideradas restritivas.

          Uma modalidade da presente invenção, ilustrada pela FIGURA 4, mostra um exemplo ilustrativo, não restritivo, do sistema da presente invenção, compreendendo um vaso (49) separador que recebe a mistura  
10   catalisador/carga proveniente do reator (41) tubular ascendente ("riser") diretamente interligado com um ou mais ciclones (42) isentos de perna. A parte superior de cada ciclone (42) é dotada de pelo menos um tubo (43) coletor externo. O bocal inferior de cada ciclone (42) isento de perna é aberto diretamente para o vaso (49) separador.

15           Os tubos (46a, 46b) encaminham os gases efluentes dos ciclones (42) isentos de perna para os ciclones (47) do primeiro estágio.

          A saída dos gases é feita pelo tubo (48).

          A conexão entre os tubos (46a, 46b) opcionalmente compreende uma junta (45) telescópica para acomodar dilatações associadas a diferenciais de  
20   temperatura do sistema.

          O pelo menos um tubo (43) coletor externo tem como objetivo recolher os hidrocarbonetos oriundos do retificador e a maior parte do vapor d'água injetado no vaso separador e no retificador em uma região próxima do descarte de catalisador e hidrocarbonetos do ciclone (42) isento de perna, evitando o  
25   trânsito dos hidrocarbonetos na seção de menor temperatura do vaso (49) separador e reduzindo o tempo de residência dos mesmos no interior do vaso (49) separador, já que o contato destes hidrocarbonetos com o catalisador em regiões de menor temperatura e a permanência dos mesmos dentro do vaso (49) separador favorecem os mecanismos de condensação e craqueamento  
30   térmico, responsáveis pela formação de coque.

          Assim, o pelo menos um tubo (43) coletor externo facilita a retirada dos hidrocarbonetos e do vapor d'água do vaso (49) separador, evitando que estes

gases fiquem estagnados dentro do vaso separador e expostos, durante um tempo prolongado, ao catalisador e a uma temperatura que permita a condensação dos componentes mais pesados presentes na mistura de hidrocarbonetos.

5 Os gases coletados são dirigidos ao tubo (46a) superior ao ciclone (42) isento de perna, ditos gases sendo encaminhados através da tubulação (46b) para um ou mais ciclones (47) do primeiro estágio antes de deixar o vaso (49) separador através da tubulação (48).

10 Os dispositivos (40) injetores de fluido de purga auxiliam a drenagem dos gases estagnados no vaso (49) separador. Em uma modalidade da presente invenção, o tubo (46b) distribuidor associa um ou mais sistemas de ciclones (42) isentos de perna e ciclones primários.

O número de tubos (43) coletores externos pode ser variado e depende do número de ciclones (42) isentos de perna ou distribuidores de vazão.

15 Opcionalmente, o ciclone (42) pode comportar em seu bocal inferior um ou mais distribuidores (42a) de sólidos para melhor conduzir o fluxo descendente das partículas de catalisador separadas.

Outra modalidade do sistema da presente invenção é ilustrada na FIGURA 6 mostrando o vaso (69) separador em corte vertical, vista frontal, 20 onde o "riser" (61) é diretamente conectado a dois ou mais ciclones (62) isentos de perna, cada ciclone (62) sendo conectado a um ou mais tubos (63) coletores externos.

Neste exemplo ilustrativo, cada ciclone (62) isento de perna é conectado a um ciclone (67) do segundo estágio através de tubos concêntricos.

25 Este exemplo ilustrativo do sistema da presente invenção é isento de distribuidores de vazão.

Conforme o estado da técnica, em um processo craqueamento catalítico fluido (FCC) tradicional a carga de hidrocarbonetos é misturada com uma suspensão de partículas de catalisador em uma zona de craqueamento 30 catalítico. A referida carga é craqueada no "riser" e dirigida a um vaso separador.

O processo de separação de partículas sólidas e gasosas em processos de craqueamento catalítico fluido de hidrocarbonetos (FCC), compreende as seguintes etapas:

- 5 a) alimentar uma suspensão compreendendo os produtos da reação de craqueamento misturados ao catalisador a um sistema separador ciclônico não confinado para promover a separação entre as fases gasosa e particulada, escoando a corrente gasosa para o sistema de fracionamento, através do duto de saída (48);
- 10 b) coletar a fase particulada na parte inferior do vaso (49) separador de onde escoar para a zona de retificação e regeneração;
- c) promover a purga das partes estagnadas do vaso (49) separador pela injeção de fluido de purga pelos dispositivos (40) injetores;
- d) drenar os hidrocarbonetos recuperados no retificador e o vapor injetado no vaso separador e no retificador.

15 Em sistemas fechados, não confinados os hidrocarbonetos são removidos através do espaço anular existente na junta (45) telescópica ou por tubos internos ao ciclone sem perna.

A presente invenção modifica as etapas b) e d) de separação do processo.

20 Na etapa d), a drenagem dos gases oriundos do vaso (49) separador é realizada através de pelo menos um tubo (43) coletor externo ao ciclone (42) isento de perna, evitando o trânsito de hidrocarbonetos na porção superior, de menor temperatura, do vaso separador;

Na etapa b), o catalisador separado pelo bocal inferior do ciclone (42) isento de perna apresenta arraste mínimo pelos gases drenados através dos  
25 tubos (43) coletores externos.

Sob ainda um outro aspecto, a presente invenção protege um dispositivo para reduzir a formação de coque em vasos separadores que compreende pelo menos um tubo (43) coletor externo com a extremidade superior aberta para o  
30 tubo (46a) em uma posição acima do dito ciclone (42) isento de perna; direcionado verticalmente para baixo; com a extremidade inferior aberta para o vaso (49) separador.

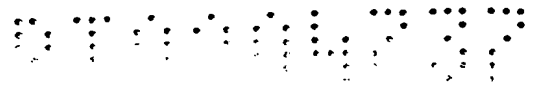
O pelo menos um tubo (43) coletor é disposto de tal maneira que impede o retorno do catalisador gasto, previamente separado, para o interior do ciclone (42) isento de perna.

## REIVINDICAÇÕES

1. Sistema ciclônico para separar partículas sólidas e gasosas em processos de FCC com redução da formação de coque em vasos separadores que compreende pelo menos um ciclone (42) isento de perna, conectado a pelo  
5 menos um ciclone (47) de estágios consecutivos através de tubos (46a, 46b) concêntricos, dito sistema sendo caracterizado por que o ciclone (42) isento de perna é dotado de pelo menos um tubo (43) coletor externo ao ciclone (42).
2. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que reduz a  
10 formação de coque no interior de vasos separadores sem favorecer o arraste de catalisador gasto para o interior do sistema.
3. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que mantém a eficiência global de separação e a integridade dos ciclones durante o tempo de campanha.
- 15 4. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que o pelo menos um tubo (43) coletor é posicionado externamente impedindo que o catalisador gasto, previamente separado, seja arrastado para os ciclones de estágios consecutivos.
5. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que o pelo  
20 menos um tubo (43) coletor possui em sua extremidade um dispositivo com geometria adequada impedindo que o catalisador gasto, previamente separado, seja arrastado para o pelo menos um ciclone (47) de estágios consecutivos.
6. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que a conexão  
25 entre os tubos (46a, 46b) que interligam os ciclones de estágios diferentes e consecutivos é dotada de uma junta (45) telescópica com espaço anular minimizado.
7. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que  
30 alternativamente a conexão entre os tubos (46a, 46b) que interligam os ciclones de estágios diferentes e consecutivos é dotada de uma junta telescópica vedada.



8. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que alternativamente a conexão entre os tubos (46a, 46b) que interligam os ciclones de estágios diferentes e consecutivos é isenta de junta telescópica.
9. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que o bocal inferior do ciclone (42) isento de perna é dotado de distribuidores (42a) de sólidos.
10. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que o bocal inferior do ciclone (42) isento de perna é isento de distribuidores de sólidos.
11. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que compreende pelo menos um distribuidor (46) de vazão entre ciclones do mesmo estágio.
12. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que compreende pelo menos um distribuidor (46) de vazão entre ciclones de estágios diferentes.
13. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que é isento de distribuidores (46) de vazão entre ciclones de estágios iguais.
14. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que é isento de distribuidores (46) de vazão entre ciclones de estágios diferentes.
15. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que cada estágio compreende pelo menos um tubo (43) coletor externo.
16. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que compreende pelo menos um dispositivo (40) injetor de fluido de purga.
17. Processo para separar partículas sólidas e gasosas em processos de craqueamento catalítico fluido de hidrocarbonetos (FCC), com redução da formação de coque em vasos separadores utilizando o sistema de acordo com a reivindicação 1, dito processo compreendendo as seguintes etapas:
  - a) alimentar uma suspensão compreendendo os produtos da reação de craqueamento misturados ao catalisador a um sistema separador ciclônico fechado que promove a separação entre as fases gasosa e particulada, escoando a corrente gasosa para o sistema de fracionamento, através do duto de saída (48);
  - b) coletar a fase particulada na parte inferior do vaso (49) separador de onde escoar para a zona de retificação e regeneração;



c) promover a purga das partes estagnadas do vaso (49) separador pela injeção de fluido de purga pelos dispositivos (40) injetores;

d) drenar os hidrocarbonetos recuperados no retificador e o vapor injetado no vaso separador e no retificador; dito processo sendo caracterizado por que:

- Na etapa d), a drenagem dos gases oriundos do vaso (49) separador é realizada através de pelo menos um tubo (43) coletor externo ao ciclone (42) isento de perna, evitando o trânsito de hidrocarbonetos na porção superior, de menor temperatura, do vaso separador;
- Na etapa b), o catalisador separado pelo bocal inferior do ciclone (42) isento de perna apresenta arraste mínimo pelos gases drenados através dos tubos (43) coletores externos.

18. Processo de acordo com a reivindicação 17, caracterizado por que o pelo menos um tubo (43) coletor externo captura os gases provenientes do vaso (49) separador em uma posição próxima ao bocal inferior do ciclone (42) isento de perna, o tubo (43) subindo externa e paralelamente ao ciclone (42) e descarregando os gases coletados no interior dos tubos (46a, 46b).

19. Processo de acordo com a reivindicação 17, caracterizado por que as eventuais dilatações térmicas do sistema são compensadas através do espaço anular dos tubos (46a, 46b) concêntricos.

20. Processo de acordo com a reivindicação 17, caracterizado por que as dilatações térmicas do sistema são compensadas através da junta (45) telescópica entre os tubos (46a, 46b) concêntricos.

21. Processo de acordo com a reivindicação 17, caracterizado por que as dilatações térmicas do sistema são compensadas através de qualquer junta de expansão comercialmente disponível.

22. Processo de acordo com a reivindicação 17, caracterizado por que minimiza o percurso dos hidrocarbonetos provenientes do retificador dentro do vaso (49) separador até serem capturados pelos tubos (43) coletores e levados à tubulação de saída superior ao ciclone (42) isento de perna.

23. Processo de acordo com a reivindicação 17, caracterizado por que minimiza o acesso dos hidrocarbonetos provenientes do retificador à região de menor temperatura do vaso (49) separador, compreendida entre a extremidade

inferior do ciclone (42) isento de perna e o topo do vaso (49) separador, pelo que é reduzida a formação de coque.

24. Processo de acordo com a reivindicação 17, caracterizado por que os hidrocarbonetos provenientes do retificador são coletados em uma região mais aquecida do vaso (49) separador evitando a deposição de coque no dito vaso separador.
25. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que a extremidade superior do dito tubo (43) coletor externo é aberta para os tubos (46a, 46b) em uma posição acima do ciclone (42);
26. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que o dito tubo (43) coletor externo é direcionado verticalmente para baixo;
27. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que a extremidade inferior do dito tubo (43) coletor externo é aberta para o vaso (49) separador;
28. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por que o dito tubo (43) coletor externo admite diferentes geometrias que evitem o arraste de catalisador para o pelo menos ciclone (47) de estágios consecutivos.
29. Dispositivo de acordo com a reivindicação 24, caracterizado por que o pelo menos um tubo (43) coletor é disposto de tal maneira que impede o arraste do catalisador gasto, previamente separado, para os ciclones de estágios consecutivos.

**RESUMO****SISTEMA CICLÔNICO, PROCESSO E DISPOSITIVO PARA SEPARAR PARTÍCULAS SÓLIDAS E GASOSAS EM PROCESSOS DE FCC COM REDUÇÃO DA FORMAÇÃO DE COQUE EM VASOS SEPARADORES**

5        É descrito um sistema ciclônico aperfeiçoado para separar partículas sólidas e gasosas em processos de craqueamento catalítico fluido (FCC) com redução da formação de coque em vasos separadores, sem favorecer o arraste do catalisador separado para ciclones de estágios subseqüentes, dito sistema compreende ciclones (42) isentos de perna dotados de tubos (43) coletores  
10    externos.

Os tubos (43) coletores otimizam a purga dos gases provenientes do vaso (49) separador, diminuindo o tempo de permanência dos hidrocarbonetos dentro do dito vaso (49) separador, evitando as reações de sobre craqueamento e a conseqüente formação de coque. O posicionamento dos tubos (43)  
15    coletores externos evita o arraste do catalisador separado para ciclones de estágios subseqüentes.

A invenção se refere também a um processo e um dispositivo para separar partículas sólidas e gasosas em processos de craqueamento catalítico fluido (FCC) com redução da formação de coque em vasos separadores e  
20    minimização do arraste de catalisador para os estágios consecutivos, ditos processo e dispositivo sendo associados ao sistema da presente invenção.